

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS
CURSO DE PROMOÇÃO A OFICIAL SUPERIOR - MARINHA
2020/2021, 1.^a EDIÇÃO



TRABALHO DE INVESTIGAÇÃO INDIVIDUAL

ESTRATÉGIAS DE ECONOMIA AZUL

O TEXTO CORRESPONDE A TRABALHO FEITO DURANTE A FREQUÊNCIA DO CURSO NO IUM SENDO DA RESPONSABILIDADE DO SEU AUTOR, NÃO CONSTITUINDO ASSIM DOCTRINA OFICIAL DAS FORÇAS ARMADAS PORTUGUESAS OU DA GUARDA NACIONAL REPUBLICANA.

João Manuel Rito Martins
Capitão-tenente STMEC



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS

ESTRATÉGIAS DE ECONOMIA AZUL

CAPITÃO-TENENTE STMEC João Manuel Rito Martins

Trabalho de Investigação Individual do CPOS-M 2020/2021

1.^a Edição

Pedrouços 2021



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS

ESTRATÉGIAS DE ECONOMIA AZUL

CAPITÃO-TENENTE STMEC João Manuel Rito Martins

Trabalho de Investigação Individual do CPOS-M 2020/2021

1ª Edição

Orientador: Capitão-de-Fragata FZ Gomes Tavares

Pedrouços 2021



Declaração de compromisso Anti plágio

Eu, **João Manuel Rito Martins** declaro, por minha honra, que o documento intitulado **Estratégias de Economia Azul** corresponde ao resultado da investigação por mim desenvolvida enquanto auditor da 1.^a Edição de 2020/2021, no Instituto Universitário Militar, e que é um trabalho original, em que todos os contributos estão corretamente identificados em citações e nas respetivas referências bibliográficas. Tenho consciência de que a utilização de elementos alheios não identificados constitui grave falta ética, moral, legal e disciplinar.

Pedrouços, 25 de janeiro de 2021

João Manuel Rito Martins

Capitão-Tenente



Agradecimentos

A realização de um trabalho desta natureza só é possível graças à disponibilidade, boa vontade e apoio de um conjunto alargado de pessoas. A todos aqueles que abdicaram de uma parte do seu tempo em prol deste projeto, manifesto o meu profundo e sincero agradecimento.

Contudo, gostaria de endereçar um agradecimento muito especial ao meu orientador, Capitão-de-Fragata FZ Gomes Tavares, agradeço a sua orientação revelando exemplo, experiência e visão, valores decisivos para a execução deste trabalho de investigação.

Gostaria também de agradecer a todos os Srs. Oficiais do IUM, nomeadamente aos Docentes da cadeira de TIFC com quem me aconselhei, foram imprescindíveis para o conhecimento resultante desta investigação, especialmente ao Tenente-Coronel Silva Costa, pela sua disponibilidade, assim como pela partilha da sua visão inovadora sobre os possíveis caminhos a seguir neste projeto.

Por último, quero agradecer à minha Esposa, a quem me tem sempre incondicionalmente apoiado, meu pilar familiar e pessoal, que sem ela nada seria possível, o meu obrigado Isabel Martins.



Índice

INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES.....	i
1. Introdução	1
2. ENQUADRAMENTO	3
2.1 O desenvolvimento sustentável e o mar	3
2.2 A importância do mar	5
3. PERCURSO METODOLÓGICO DA INVESTIGAÇÃO	8
3.1 Objeto do estudo e sua delimitação	8
3.1.1 Objetivos da investigação	8
3.1.2 Questões da investigação	8
3.2 Metodologia da Investigação	8
3.2.1 Percurso metodológico	9
4. ENERGIAS RENOVÁVEIS MARINHAS	10
4.1 Energia das ondas e marés	10
4.2 Classificação das tecnologias	10
4.3 Tipos de Tecnologias	11
4.3.1 Atenuador	11
4.3.2 Sistema oscilante de simetria axial	12
4.3.3 Conversor oscilante de translação das ondas	12
4.3.4 Dispositivo de Coluna de água Oscilante	13
4.3.5 Dispositivo de galgamento	13
4.3.6 Dispositivo Submerso de Diferença de Pressão	14
4.3.7 Energia das Marés	15
4.4 Energia eólica offshore	15
5. SITUAÇÃO EM PORTUGAL	17
6. SUSTENTABILIDADE DA PRODUÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS MARINHAS	19
7. CONCLUSÕES	21
Referências bibliográficas	24



Resumo

Nas últimas décadas tem-se assistido a uma crescente necessidade de energia por parte da humanidade, refletindo-se esse facto no aumento do seu custo, do qual é exemplo o aumento da cotação dos combustíveis fósseis (FMI, 2014). Como consequência, este aumento implica por sua vez o aumento da cotação de inúmeras outras matérias-primas, de que são exemplos vários metais, cujo processo de extração envolve o consumo de energia, e alguns cereais, por vezes usados para substituírem os combustíveis fósseis na produção de energia. Por outro lado, as evidentes alterações climáticas, com os inerentes aumentos de temperatura média do ar e dos oceanos e aumento do nível do mar, tornam necessário a criação de fontes de energia alternativas aos combustíveis fósseis, com uma pegada ecológica tão reduzida quanto possível. O Mundo despertou para a resolução do equilíbrio ambiental e da sustentabilidade como uma questão global, deixando de ser um problema de cada País para passar a ser um problema da Humanidade. As sucessivas reuniões que têm sido realizadas desde a conferência mundial sobre o meio ambiente, em 1992, preconizam metas para que se mantenha o desenvolvimento e que seja garantida a sustentabilidade do planeta. O aquecimento global provocado pelos intensos consumos energéticos do Homem, tem provocado várias disfunções ambientais, nomeadamente o fenómeno das alterações climáticas. Para este efeito têm sido desenvolvidas tecnologias e assumidos por muitos países acordos e protocolos para viabilizar o Desenvolvimento Sustentável. É neste sentido que a União Europeia tem fundamentado a sua política de desenvolvimento, tendo traçado objetivos e metas nos quais Portugal se insere.

O presente trabalho tem como objetivo apresentar as energias renováveis marinhas e as suas tecnologias mais ou menos sofisticadas e que aproveitam a potência dos oceanos e do vento para produzir energia sustentável com o equilíbrio entre a Economia, a Sociedade e a Ecologia, favorecendo um desenvolvimento equilibrado que melhore a qualidade de vida, no fundo que seja sustentável.

Palavras-chave: Economia azul, Energias Renováveis marinhas, Energia das ondas, Energia das marés, Estruturas Offshore.



Abstract

In the last decades, there has been a growing need for energy on the part of humanity, which is reflected in the increase in its cost, which is an example of the increase in the price of fossil fuels (FMI, 2014). As a consequence, this increase in turn implies an increase in the price of numerous other raw materials, examples of which are various metals, the extraction process of which involves energy consumption, and some cereals, sometimes used to replace fossil fuels in the production of energy. On the other hand, the evident climate changes, with the inherent increases in the average temperature of the air and the oceans and the increase in sea level, make it necessary to create alternative energy sources to fossil fuels, with as little ecological footprint as possible. The world has awakened to the resolution of environmental balance and sustainability as a global issue, moving from being a problem for each country to becoming a problem for humanity. The successive meetings that have been held since the world conference on the environment, in 1992, advocate goals to maintain development and guarantee the sustainability of the planet. Global warming caused by the intense energy consumption of man, has caused several environmental dysfunctions, namely the phenomenon of climate change. To this end, technologies have been developed and agreements and protocols have been adopted by many countries to make Sustainable Development viable. It is in this sense that the European Union has based its development policy, having outlined objectives and goals in which Portugal is inserted.

The present work aims to present marine renewable energies and their more or less sophisticated technologies that take advantage of the power of the oceans and the wind to produce sustainable energy with a balance between Economy, Society and Ecology, favouring a balanced development that improves the quality of life, in the end that is sustainable.

Keywords: Blue Economy, Marine Renewable Energy, Wave Energy, Tidal Energy, Offshore Structures



Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

CAO	Coluna de água oscilante
CNUDM	Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar
ERM	Energias Renováveis Marinhas
EWEA	Energy Wind Energy Association
FMI	Fundo Monetário Internacional
GW	Gigawatts
IST	Instituto Superior Técnico
MW	Megawatts
NEAR-SHORE	Dispositivos próximos da costa
OE	Objetivo Específico
OESR	Ocean Energy Strategy Roadmap
OFFSHORE	Dispositivos afastados da costa
OWC	Oscilating Water Column
PC	Plataforma Continental
PIB	Produto Interno Bruto
QC	Questão Central
QD	Questões Derivadas
SAER	Sociedade de Avaliação Estratégica e Risco
SHORELINE	Dispositivos costeiros
WWEA	World Wind Energy Association
ZEE	Zona Económica Exclusiva



1. Introdução

A economia azul é uma economia do mar sustentável, resultante do equilíbrio entre a atividade económica e a capacidade de longo prazo dos ecossistemas oceânicos para suportar essa atividade. Os oceanos cobrem cerca 70% da superfície da Terra e representam 97% da água disponível, as estimativas apontam que o valor de mercado dos recursos marítimos e costeiros e das indústrias atinjam cerca de 5% do PIB mundial. Constatase uma necessidade de tomada de consciência do imenso contributo e valor que o mar tem para o nosso futuro. Não basta apontar as oportunidades, saber quais os benefícios que daí resultam e explorar o mar, é necessário que a exploração se efetue de forma sustentada, respeitando as regras que permitam o retorno do investimento para além do presente, ou seja, que se mantenha e assegure o uso futuro (Pitta e Cunha, 2011).

Apesar da história de Portugal estar intimamente ligada ao mar, sobretudo na época dos Descobrimentos, a sua exploração sofreu avanços e recuos chegando mesmo a ser abandonado durante vários períodos. Se no regime do Estado Novo a maritimidade de Portugal foi realçada, após a revolução do 25 de Abril e nas décadas que se seguiram assistiu-se a uma relativização da importância do mar, um abandono progressivo e uma certa perda de apetência pelo mar que levaram a uma maior dependência de terceiros, factos que se acentuaram ainda mais com a preparação e entrada na Comunidade Económica Europeia. Apesar de ser o menos explorado, o mar é o recurso geoestratégico, geopolítico e económico mais importante e que mais poderá contribuir para o desenvolvimento e criação de valor na economia mundial (SAER, 2009). Tendo em conta o contexto macroeconómico e social que a Europa, e muito particularmente Portugal, tem vivido nos últimos anos com uma das piores crises de sempre, é imperativo para o país que setores como a pesca, a aquacultura, a indústria transformadora de pescado, a construção e reparação naval, a investigação, as energias renováveis offshore, os turismos costeiros e náuticos se desenvolvam de forma sustentada, valorizando as potencialidades que o mar oferece.

Para a reafirmação de Portugal e para o seu desenvolvimento, é determinante tirar partido de uma situação geográfica favorecida e minimizar a dependência que o país tem de terceiros, passando a aproveitar os recursos de que dispõe. Por este motivo, o presente trabalho dará maior relevo à vertente da economia do mar tendo em conta as alterações climáticas, proteção ambiental, biodiversidade, investigação e ciência e ao enquadramento da atual política portuguesa para o mar. No âmbito do presente trabalho estão considerados os conceitos de Zona Económica Exclusiva (ZEE) e Plataforma Continental (PC)



preconizados pela Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM). O facto de Portugal apresentar a maior Zona Económica Exclusiva da União Europeia e a possibilidade de alargamento da Plataforma Continental para além das 200 milhas concede-lhe uma posição de destaque. A posição geográfica de Portugal é uma vantagem que deve servir como alavanca para o desenvolvimento do país e como forma de o projetar na era de globalização a que se assiste nos dias de hoje.



2. ENQUADRAMENTO

O presente trabalho encontra-se estruturado em sete capítulos. O primeiro capítulo destinou-se a uma breve introdução ao trabalho, à motivação e pertinência do trabalho desenvolvido, o objeto do estudo e a descrição da sua estrutura. O enquadramento é abordado no segundo capítulo do trabalho com destaque para o desenvolvimento sustentável e a importância do mar como mais-valia para a prosperidade e bem-estar da Humanidade. O terceiro capítulo expõe a metodologia seguida, a pesquisa e análise bibliográficas sobre o mar e o seu potencial estão na base do desenvolvimento do presente estudo. O quarto capítulo é destinado à explanação e enumeração das energias renováveis marinhas, assim como as diversas tecnologias. O quinto capítulo assenta na situação em Portugal, partindo da sua posição geográfica e ligação ao mar enquanto pilares para a identidade marítima do país. O foco principal do capítulo são as potencialidades do mar para Portugal, do contributo da economia do mar para o país, perspetivas de crescimento, oportunidades que se nos deparam e o desafio de uma aliança para ousarmos fazer crescer Portugal. O sexto capítulo conclui o trabalho, referindo a sustentabilidade da produção de energias renováveis marinhas, vantagens e limitações para a sua realização e as expectativas que deixa. O sétimo capítulo encerra a presente dissertação, apresentando as conclusões gerais do estudo e as perspetivas de desenvolvimentos futuros.

2.1 O desenvolvimento sustentável e o mar

O conceito de desenvolvimento sustentável é definido de uma forma ampla como a capacidade que a Humanidade tem para progredir assegurando que esse desenvolvimento responde às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades. Este conceito não implica limites absolutos, mas sim limitações impostas em termos de tecnologia e organização social em recursos ambientais e pela capacidade da biosfera para absorver os efeitos das atividades humanas. Não se trata de um estado fixo de harmonia, mas de um processo de mudança no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional são feitas para além das necessidades presentes, de acordo com o futuro (Brundtland, 1987). Se, por um lado, o desenvolvimento comporta uma transformação progressiva da economia e da sociedade, por outro, a sustentabilidade não pode ser assegurada sem a existência de políticas de desenvolvimento que considerem o acesso aos recursos e a distribuição de custos e benefícios. Considerando que o desenvolvimento sustentável assenta no uso equilibrado dos recursos para garantir qualidade



e bem-estar no longo prazo, os oceanos são por excelência um tema essencial na vertente económica, social e ambiental. Sabemos que mais de 70% da superfície do nosso Planeta está coberta por água e que os mares e oceanos determinam a qualidade de vida na Terra. Os oceanos são reguladores do clima absorvendo mais de 26% do dióxido de carbono proveniente da atividade humana, são uma importante fonte de alimentos e de oxigénio em que mais de 50% do oxigénio que respiramos vem dos oceanos. Como tal, são um pilar do equilíbrio e da sustentabilidade da vida. O forte crescimento económico de países emergentes asiáticos, como foi o caso da China, na década de 90 com a consequente perda de quota e de competitividade de atividades ligadas ao mar, evidenciou a necessidade de uma mudança de atitude face às atividades económicas europeias do setor. A situação que se revelou alarmante para alguns países começou a traduzir-se em estudos aprofundados transversais a diversas atividades e na tomada de medidas com visão prospetiva (Matias, Vieira, 2005). Tendo em conta a rápida globalização a que temos assistido nas últimas décadas, a atividade económica tem alterado significativamente as perspetivas da economia mundial. Atualmente os países e agentes económicos estão cada vez mais interligados e participativos na economia global. A globalização resulta assim em maior concorrência com preços mais baixos e maior variedade e qualidade de produtos sendo imperativo uma alocação mais eficiente dos recursos com vista a uma maior produtividade que permita melhores rendimentos e bem-estar. Neste enfoque o interesse e a consciência da sociedade tem vindo a aumentar no sentido de criar condições para que o ordenamento e gestão dos oceanos e das zonas costeiras sejam abrangentes e integradoras, na perspetiva do desenvolvimento sustentável. O oceano é simultaneamente um contributo fundamental no desenvolvimento humano e no crescimento económico. No entanto, o livre acesso e a disponibilidade de recursos oceânicos exercem uma forte pressão sobre os sistemas marinhos que vão desde a pesca excessiva à extração de recursos e alteração das zonas costeiras, provocando diversos tipos de poluição. Com o objetivo de promover a utilização sustentável e a proteção do ambiente marinho é necessário que a cooperação internacional vise a governação eficaz do oceano tendo em conta as necessidades das gerações atuais e futuras (Visbeck et., al., 2014). O desenvolvimento tecnológico e a expansão da economia mundial têm provocado uma maior atividade humana e o desenvolvimento de atividades offshore. Stojanovic e Farmer referem que esta ampla industrialização é considerada como uma colonização dos oceanos. Se por um lado a industrialização se concentra na importância do processo industrial e da estrutura da organização de atividades humanas nos oceanos, a



colonização é entendida como a territorialização do espaço marítimo, impulsionada pela expansão da atividade humana nesse espaço (Stojanovic, T.A. Farmer, 2013).

Um oceano saudável significa que é limpo, seguro e próspero. Na certeza que o oceano contribui significativamente para a economia, e que poderá contribuir ainda muito mais, deverá ser gerido de forma sustentável. Uma gestão alicerçada nos múltiplos benefícios que o oceano propicia, desde a produção de alimentos, desenvolvimento dos recursos energéticos e minerais, lazer e turismo, transporte de bens e pessoas e descoberta de novos medicamentos, não esquecendo em simultâneo a preservação da biodiversidade (European Commission, 2017).

2.2 A importância do mar

O reconhecimento das potencialidades a nível económico, político e militar determina o valor estratégico do mar para os países e regiões em geral na perspetiva do bem-estar da Humanidade (Carvalho, Virgílio, 1995). Já foi referido que cerca de 70% da superfície terrestre é mar, mas importa salientar que mais de 70% da população mundial vive a uma distância inferior a 50 Km das zonas litorais, o que reflete o reconhecimento e interesse da Humanidade na exploração do potencial do mar. O FMI reviu em baixa as previsões do crescimento do PIB mundial. Num contexto em que os países se esforçam por recuperar de uma grave crise mundial, deparamo-nos com uma crescente procura de alimentos, água, energia, minerais e outros recursos naturais aos quais acresce ainda o risco e a vulnerabilidade ao terrorismo, aos perigos ambientais e emergências como as catástrofes naturais e poluição. O crescimento da população mundial está a pressionar fortemente os recursos naturais, quer terrestres quer marinhos. Dada a escassez de recursos terrestres e a degradação do meio ambiente, as oportunidades e desafios que os oceanos colocam à disposição da Humanidade são de extrema importância para as gerações futuras. Neste contexto, o oceano desempenha um papel determinante no fornecimento desses recursos sendo necessária uma visão para além da económica com vista a assegurar a compatibilidade entre o equilíbrio ambiental e o bem-estar da Humanidade.

Em termos de recursos minerais marinhos, o petróleo, o carvão e o gás natural que são as principais fontes de energia não renováveis utilizadas nos países industrializados, do fundo do mar é ainda extraído manganês, cobre, bromo, níquel, cobalto e o sal de cozinha, entre outros. O petróleo e o gás natural representam mais de metade da procura mundial de energia primária e, apesar das previsões apontarem para um decréscimo na procura de petróleo e aumento no gás natural, os combustíveis fósseis irão continuar a ser a principal

fonte de energia a longo prazo, (Barroso, José, 2009). Para além da extração de hidrocarbonetos referida e da biomassa marinha que consiste no aproveitamento das algas para biocombustível, o mar dispõe igualmente de energia oceânica que se apresenta de várias formas:

- A energia das ondas (ondo-motriz) que depende da altura, velocidade e comprimento da vaga e da densidade da água;
- A energia das marés (energia mare-motriz) que é produzida pelas correntes da água e pela amplitude das marés;
- A energia térmica dos oceanos que consiste na diferença de temperatura da água superficial e subsuperficial;
- A energia do gradiente salino que depende da diferença de salinidade da água salgada e doce.

Estas fontes de energia serão sobretudo uma potencialidade das regiões costeiras bem como uma perspetiva promissora de países que se apresentam deficitários de recursos energéticos e que necessitam de diminuir essa dependência, considerada crítica para as suas economias (Carvalho, Virgílio, 1995). Com vista à redução das emissões de carbono na atmosfera os países têm vindo a realizar investimentos e a focarem-se cada vez mais nas soluções de energia renovável na tentativa de diminuir a dependência de combustíveis fósseis. A energia eólica é definida como uma força motriz para no futuro substituir os combustíveis fósseis e a energia nuclear e como principal candidato no processo de energia limpa. O potencial de realização de energia eólica é agora possível com as atuais tecnologias. Estudos científicos realizados comprovam que há energia suficiente nos ventos para responder a todas as necessidades de energia. A disponibilidade de grandes áreas não exploradas, com menor resistência das populações e maior potencial são algumas das vantagens da energia eólica offshore. No entanto, a sua instalação e manutenção é mais dispendiosa e tem impactos na vida marinha, nomeadamente peixes e aves marinhas (WWEA, 2014).

A energia eólica é a que mais cresceu na mudança do milénio, e vai continuar a crescer no futuro próximo por ser uma fonte de energia abundante, inesgotável e limpa. A energia eólica é considerada a primeira das novas tecnologias de energia renovável a ser produzida em escala comercial. A sua aplicação faz parte da alteração da forma de produção de eletricidade. A energia do vento é encarada com um potencial importante no fornecimento futuro de energia em muitas áreas do Planeta (Kaygusuz, 2009).



As zonas costeiras são normalmente ventosas e bons locais para a instalação de turbinas, porque a principal fonte de vento é o diferencial entre o aquecimento e arrefecimento. Kaygusuz em 2009 afirma que os governos enfrentam desafios na formulação de políticas energéticas devido à necessidade de responder e garantir o fornecimento de energia, o crescimento económico, as alterações climáticas, emprego e desenvolvimento tecnológico. Os ventos ao nível do mar produzem mais energia do que ventos à mesma velocidade em áreas montanhosas pelo facto que o ar ao nível do mar é mais denso (Kaygusuz, 2009).

3. PERCURSO METODOLÓGICO DA INVESTIGAÇÃO

Neste capítulo pretende-se apresentar o percurso metodológico desenvolvido na presente investigação.

3.1 Objeto do estudo e sua delimitação

Esta investigação tem como objeto de estudo as Estratégias de Economia Azul. Tendo em conta a abrangência do tema proposto, a multiplicidade de abordagens que poderão ser feitas e do horizonte temporal disponível para a realização desta investigação, assim, num esforço de delimitação do objeto de estudo, irei basear a investigação às energias renováveis marinhas (ERM).

3.1.1 Objetivos da investigação

O objetivo geral (OG) – Identificar os processos de produção de energias renováveis marinhas.

Objetivo específico 1 (OE1) – Caracterizar os processos de produção de energia das ondas na atualidade 2020.

Objetivo específico 2 (OE2) – Identificar o papel que Portugal tem desempenhado no âmbito da produção de energias renováveis marinhas.

Objetivo específico 3 (OE3) – Identificar se economicamente é sustentável a produção de energias renováveis marinhas.

3.1.2 Questões da investigação

A questão central (QC) a que quero dar resposta é a seguinte:

(QC): Quais os processos de produção de energias renováveis marinhas?

Partindo desta dúvida fundamental, várias outras Questões Derivadas (QD) interdependentes sustentam o percurso de investigação:

QD1: Em 2020 como se encontram os processos de desenvolvimento e produção da energia das ondas?

QD2: De que forma Portugal tem contribuído para o desenvolvimento dos processos de produção de energias renováveis marinhas?

QD3: Economicamente é sustentável a produção de energias renováveis marinhas?

3.2 Metodologia da Investigação

Para a estruturação e desenvolvimento desta investigação, foi utilizado o método indutivo tendo sido definida uma estratégia de investigação qualitativa, com um desenho de pesquisa do tipo Grounded Theory, empregando uma abordagem ontológica essencialmente construtivista e assume uma posição epistemológica interpretativista, procurando



desenvolver uma teoria assente em dados sistematicamente recolhidos e analisados de forma rigorosa (Santos & Lima, 2019).

3.2.1 Percurso metodológico

O trabalho foi dividido em três fases, a primeira fase, a fase de exploração, destinou-se à revisão de literatura de forma a conhecer o “estado da arte”, e para poder definir corretamente o objeto de estudo. Decorrente deste, estabeleceram-se os objetivos geral e específicos que concorrem para a resposta da questão central e derivadas, e foram definidos os conceitos estruturantes para a investigação.

Na segunda fase, denominada analítica, pretendeu-se efetuar a recolha de dados. Esta recolha consistiu essencialmente na análise documental com uma observação não estruturada, com a finalidade de realizar uma análise cuidada do objeto de estudo.

Por último, extraíram-se as conclusões, identificando os processos de produção de energias renováveis marinhas.

4. ENERGIAS RENOVÁVEIS MARINHAS

A energia marinha é um conjunto de tecnologias que aproveita a potência dos oceanos. Existem as energias oceânicas, propriamente extraídas do mar como a energia das ondas, das marés, das correntes, a energia térmica e salinidade e existe a energia eólica marinha offshore, proveniente do vento.

4.1 Energia das ondas e marés

As ondas são formadas pelo vento que passa sobre a superfície do mar. Enquanto as ondas se propagam mais lentamente do que a velocidade do vento, mesmo por cima das ondas há uma transferência de energia do vento para estas. As duas diferenças de pressão de ar entre o barlavento e sotavento da crista da onda, assim como a fricção provocada na superfície da água pelo vento, causam assim o crescimento das ondas (O.M. Phillips, 1977). A altura das ondas é determinada pela velocidade do vento, o tempo que este sopra e também pela profundidade e topografia do fundo do mar, (que pode concentrar ou dispersar a energia das ondas). No geral, as ondas maiores são mais poderosas, mas o poder das ondas também é determinado pela sua velocidade, comprimento e densidade da água.

4.2 Classificação das tecnologias

Desde o início do desenvolvimento de possibilidades para extração da energia das ondas até à atualidade foram surgindo várias tecnologias capazes de fazer frente a este grande desafio. Visto que existe uma grande quantidade de dispositivos, é importante fazer uma distinção entre os diferentes tipos de tecnologias. Esta classificação pode ser feita tendo em consideração a potência dos dispositivos, a distância à costa e o modo de conversão da energia das ondas. O critério de classificação maioritariamente utilizado pelos investigadores prende-se com a distância à costa, podendo-se agrupar os dispositivos da seguinte forma:

- Dispositivos costeiros (shoreline);
- Dispositivos próximos da costa (near-shore);
- Dispositivos afastados da costa (offshore).

Os sistemas near-shore e offshore apesar de serem bastante equiparáveis, existe uma diferença crucial entre eles que é a profundidade da água onde são utilizados. Os sistemas near-shore são normalmente instalados em locais onde a profundidade é inferior a 20 m, e os dispositivos são assentes no fundo do mar. Por sua vez os sistemas off-shore são instalados em locais com profundidades na ordem dos 50 m, e neste caso os dispositivos são normalmente flutuantes. Não se pode esquecer que a uma profundidade de 50 m o fluxo energético das ondas é superior ao das zonas com profundidades que rondem os 20 m. Em

relação aos dispositivos costeiros (shoreline) estes apresentam vantagens significativas em relação aos outros dois tipos, nomeadamente em termos de facilidade de acesso e ausência de amarrações, contudo apresentam alguns inconvenientes relativamente às restrições a nível da localização, exigindo locais com boa exposição e profundidade, implicam maior impacto ambiental a nível visual, e os níveis de energia obtidos são relativamente reduzidos, devido aos efeitos dissipativos da energia por rebentação e atrito com o fundo do mar.

Um outro tipo de classificação, tem em consideração a forma como o dispositivo converte a energia das ondas. Assim podem-se considerar três tipos de dispositivos:

- Coluna de água oscilante, CAO (nomenclatura Inglesa: OWC – Oscilating Water Column);
- Corpos flutuantes, podendo ser de absorção pontual (Point absorbers) ou progressivos (Surging devices);
- Galgamento (Overtopping devices).

Ambas as classificações são coerentes, sendo assim indiferente o uso de uma ou outra.

4.3 Tipos de Tecnologias

4.3.1 Atenuador

Uma das formas de tirar proveito da energia das ondas, e que consiste numa estrutura articulada semi-submersa composta por diferentes módulos que se encontram unidos por juntas flexíveis. O movimento ondulatório das ondas incidentes provoca a oscilação dos módulos em torno das juntas que os unem e dessa forma a pressurização de óleo que será forçado a passar por motores hidráulicos, que por sua vez acionam geradores elétricos que produzem energia. Este é um dispositivo longo que é alinhado perpendicularmente em relação à frente da onda representado na Figura 4.3.1 – Atenuador. O dispositivo flutua efetivamente sobre as ondas e capta a energia quando as ondas o atravessam, devido ao movimento progressivo que estas provocam ao longo do seu comprimento.

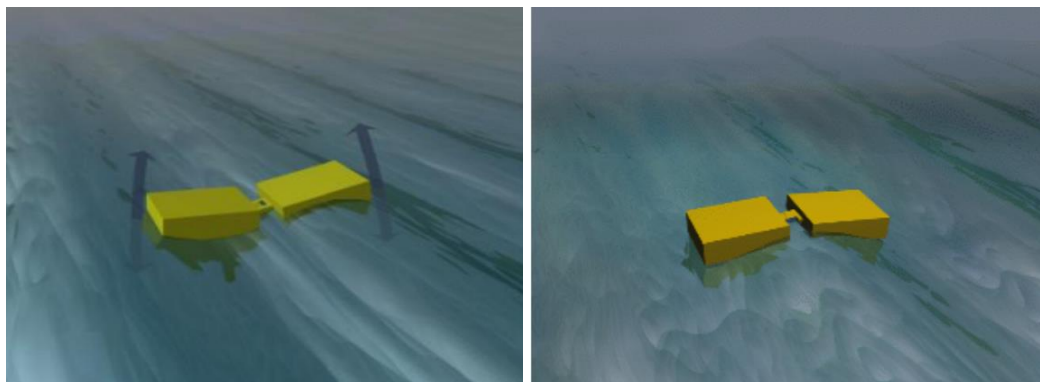


Figura 4.3.1- Atenuador

Fonte: Projeto Surge - energia das ondas Leandro, de Melo Veloso (2016).

A principal desvantagem deste sistema é o preço, que ainda está longe de ser competitivo com outras tecnologias renováveis. A eficiência deste sistema, associada às suas limitações, é a maior contrariedade à sua propagação no mercado.

4.3.2 Sistema oscilante de simetria axial

Na Figura 4.3.2 - Sistema oscilante de simetria axial, representa uma estrutura flutuante que absorve a energia das ondas em todas as direções por força dos movimentos das ondas na superfície da água ou perto dela. Este sistema oscilante, tendencialmente com poucos metros de diâmetro, é de pequenas dimensões comparado com o comprimento de onda típico.

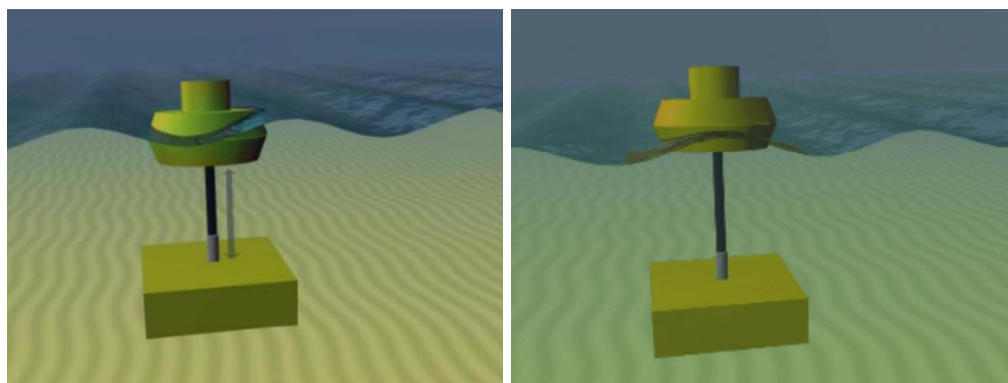


Figura 4.3.2- Sistema oscilante de simetria axial

Fonte: Paes, P. S. . T. B. . M 'Energia das ondas'. (2010).

A principal desvantagem deste sistema é o preço, aliado à instalação de potência reduzida, que ainda está longe de ser competitivo com outras tecnologias renováveis.

4.3.3 Conversor oscilante de translação das ondas

Este é um coletor instalado perto da superfície, montado sobre um braço colocado sobre um eixo perto do fundo do mar. O braço oscila como um pêndulo invertido, devido ao movimento das partículas da água nas ondas, representado na Figura 4.3.3 - Conversores oscilantes de translação das ondas.

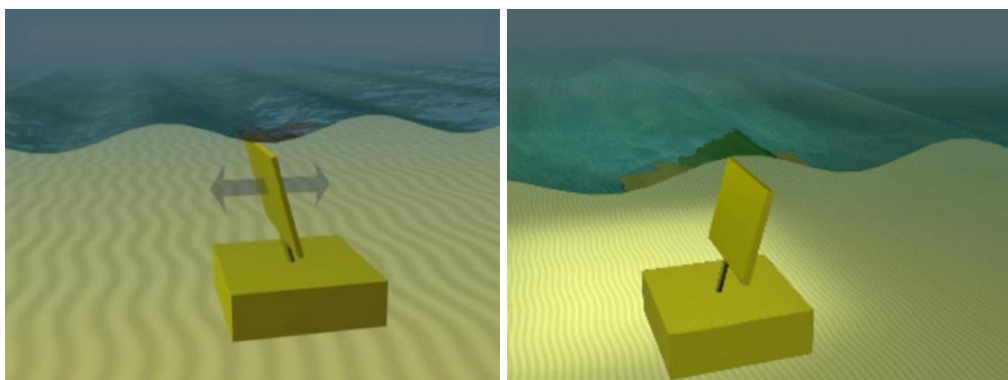


Figura 4.3.3- Conversores oscilantes de translação das ondas

Fonte: Paes, P. S. . T. B. . M 'Energia das ondas'. (2010).

Como muitas tecnologias renováveis, os custos iniciais deste tipo de tecnologia são uma das desvantagens à sua implementação no mercado, aliadas ao facto da instalação de potência reduzida.

4.3.4 Dispositivo de Coluna de água Oscilante

O dispositivo de coluna de água oscilante consiste basicamente de uma estrutura oca de betão ou aço, que está parcialmente submersa e está aberta para o mar abaixo da superfície livre da água do mar, o que faz com que o ar fique preso entre a superfície do mar e a estrutura do dispositivo. A produção de energia elétrica neste dispositivo é feita em duas fases, primeiro a onda entra na estrutura e obriga o ar aprisionado a passar por uma turbina, em segundo, quando a onda se retira, o nível da água baixa provocando uma depressão que faz com que o ar circule na direção contrária à anterior. O movimento do ar é usado para acionar uma turbina de ar acoplada a um gerador elétrico. A turbina utilizada é usualmente uma turbina do tipo “Wells” devido às suas características auto-rectificadoras e com geometria fixa. Este tipo de turbinas, tem a vantagem de permitir uma velocidade de rotação elevada com velocidades de escoamento do ar relativamente baixas. Isto torna possível o seu acoplamento direto ao gerador sem o recurso a engrenagens que encareceriam o sistema e o tornariam menos fiável.

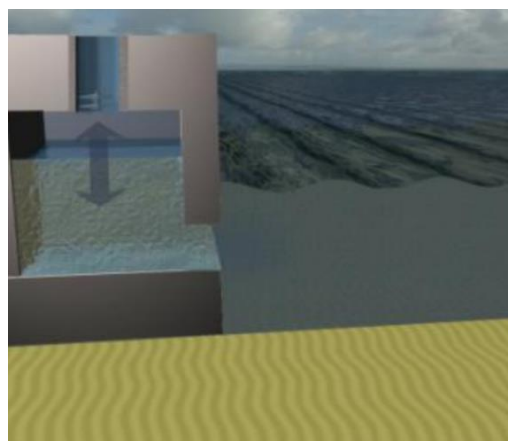
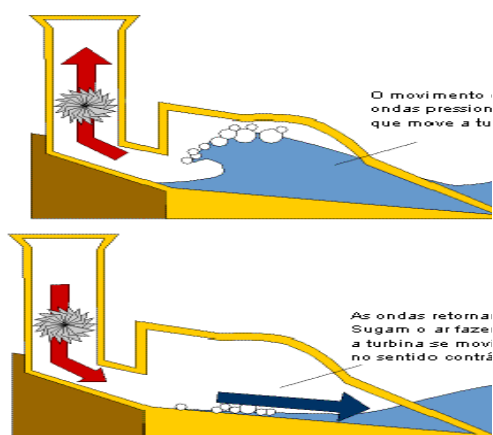


Figura 4.3.4 - Esquema de uma coluna de água oscilante
Fonte: Paes, P. S. . T. B. . M ‘Energia das ondas’. (2010).

A eficiência deste sistema, associada às suas limitações, à deterioração pela exposição à água salgada do mar e à instalação de potência reduzida é a maior contrariedade à sua propagação no mercado.

4.3.5 Dispositivo de galgamento

O dispositivo na Figura 4.3.5 - Conversor oscilante de translação das ondas consiste numa rampa que é galgada pelas ondas e num reservatório de armazenamento que recolhe a

água das ondas. As ondas que entram no reservatório criam uma altura de água que é devolvida ao mar através de turbinas convencionais de baixa queda, instaladas no fundo do reservatório.

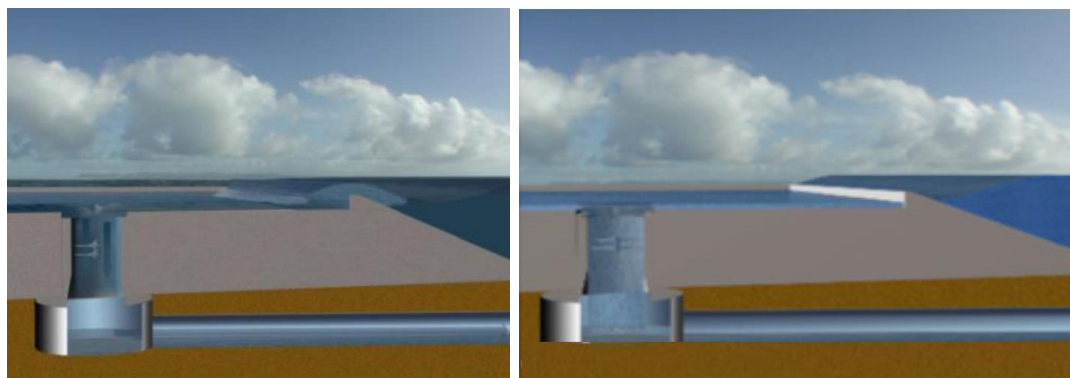


Figura 4.3.5- Conversor oscilante de translação das ondas

Fonte: Paes, P. S. . T. B. . M 'Energia das ondas'. (2010).

A principal desvantagem deste sistema é a instalação de potência reduzida, não existindo condições para rentabilidade da mesma em grande escala.

4.3.6 Dispositivo Submerso de Diferença de Pressão

O dispositivo submerso da Figura 4.3.6 - Conversor oscilante de translação das ondas, que normalmente é instalado perto da costa e apoiado no fundo do mar, o movimento das ondas provoca a subida e descida do nível da água acima do dispositivo, induzindo uma diferença de pressão que provoca a subida e descida do dispositivo juntamente com as ondas. A energia mecânica destes movimentos alternativos é transformada em energia elétrica através de um gerador.

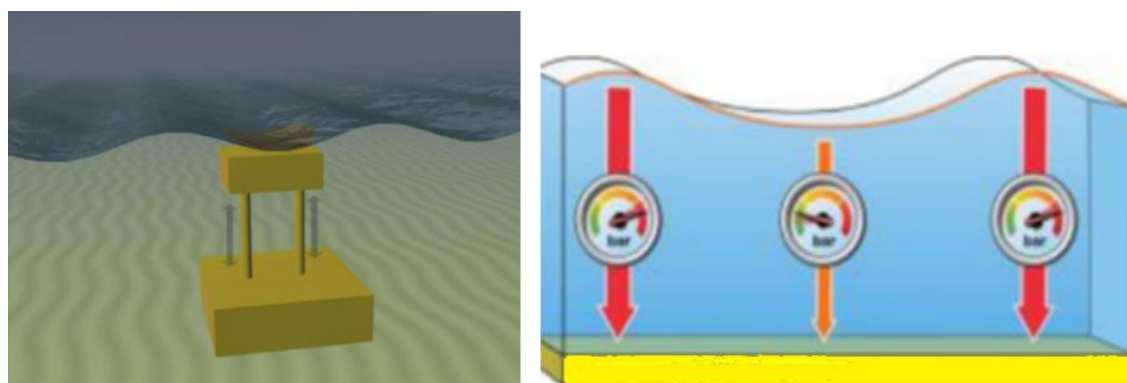


Figura 4.3.6- Conversor oscilante de translação das ondas

Fonte: Paes, P. S. . T. B. . M 'Energia das ondas'. (2010).

Como muitas tecnologias renováveis, os custos iniciais deste tipo de tecnologia são uma das desvantagens à sua implementação no mercado, aliadas ao facto de se tratar de uma instalação de potência reduzida e os utilizadores terem uma visão a curto prazo da rentabilidade da mesma.

4.3.7 Energia das Marés

Além da energia produzida pelo movimento da água que gera ondas e das quais resulta energia cinética, existe também a energia das marés que resulta da deslocação da água do mar, ou seja, com as variações de marés. A energia mare-motriz ou das marés é uma forma de produção de energia proveniente da movimentação das águas dos oceanos, por meio da utilização da energia contida no movimento de massas de água devido às marés. Dois tipos de energia mare-motriz podem ser obtidos: energia cinética das correntes devido às marés; e energia potencial pela diferença de altura entre as marés alta e baixa. O sistema de mare-motriz Figura 4.3.7 - Parque mare-motriz é aquele que aproveita o movimento regular de fluxo do nível do mar (elevação e redução). Quando a maré enche, a água entra e fica armazenada no reservatório, e, quando baixa, a água sai, movimentando uma turbina diretamente ligada a um sistema de conversão, gerando assim eletricidade. Funciona tal qual uma barragem, mas neste caso com marés e correntes fortes.

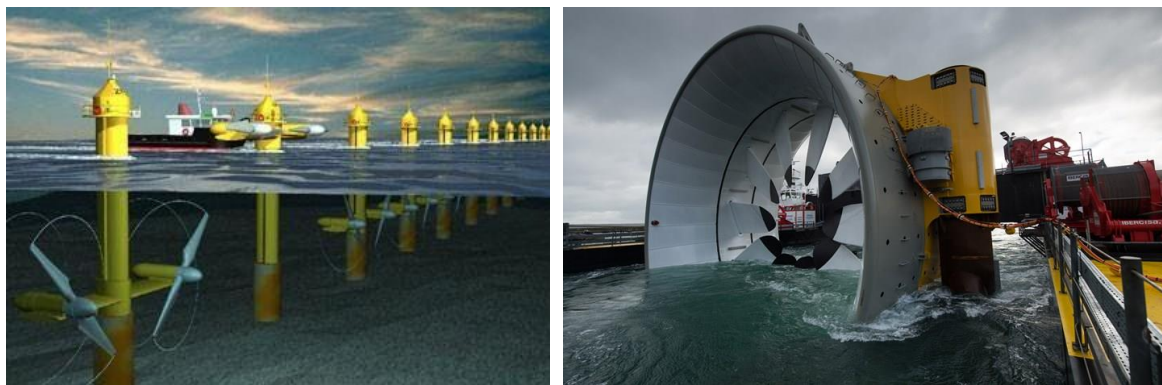


Figura 4.3.7 - Parque mare-motriz

Fonte: ifbaer.blogspot/energia-maremotriz (2020).

A principal desvantagem deste sistema é o grande investimento inicial, que ainda está longe de ser competitivo com outras tecnologias renováveis. A eficiência deste sistema, associada às suas limitações, é a maior contrariedade à sua propagação no mercado.

4.4 Energia eólica offshore

Outras formas de aproveitar o mar para produzir energia, é a energia eólica offshore, que se obtém aproveitando a força do vento que sopra em alto-mar, onde este alcança uma velocidade maior e mais constante que em terra, devido à inexistência de barreiras. Para explorar ao máximo esse recurso, são desenvolvidas megaestruturas assentes sobre o leito marinho. A indústria eólica utiliza uma escala para classificar a rugosidade de um terreno, quanto mais “rugoso” é um terreno, maior é o abrandamento e a turbulência do vento que por lá passa. Estes e outros efeitos têm de ser considerados quando se pretende implantar um parque eólico, o efeito de turbulência reduz o aproveitamento do vento para a produção

energética e ainda provoca o desgaste das infraestruturas e pode propagar-se até 3 vezes a dimensão do objeto que o provoca, pelo que é de evitar implantar turbinas perto de grandes obstáculos. A capacidade das turbinas em alto-mar teve um aumento de 102% durante a última década, de acordo com o relatório da (Europe, 2017), Eólica offshore na Europa.

O primeiro parque eólico flutuante da Europa Continental *WindFloat Atlantic* está instalado em águas portuguesas, e tem uma capacidade total instalada de 25 MW, é o primeiro parque eólico flutuante semi-submersível do mundo e irá gerar energia suficiente para fornecer 60 mil famílias por ano, poupando quase 1,1 milhões de toneladas de CO₂. As plataformas estão instaladas no mar, a cerca de vinte quilómetros de Viana do Castelo. A instalação deste parque eólico flutuante Figura 4.4 - Parque eólico flutuante, promove a diversificação da origem da energia, proporciona um acesso sem precedentes às áreas marinhas e representa um avanço tecnológico significativo em termos de descarbonização da economia. Este projeto pioneiro a nível mundial baseia-se numa tecnologia que permite a exploração do potencial eólico no mar, em profundidades superiores a 40 metros. A inovação do projeto baseia-se no desenvolvimento de uma plataforma flutuante semi-submersível e triangular, onde assenta uma turbina eólica com vários megawatts de capacidade de produção.

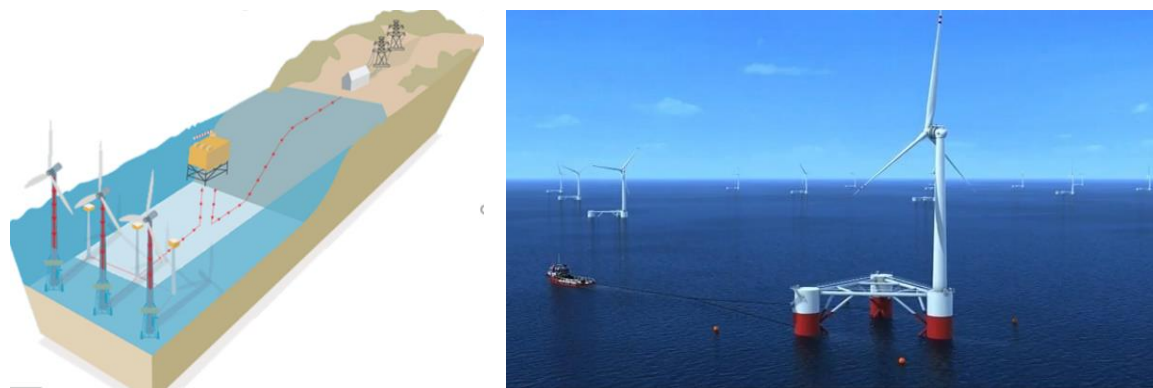


Figura 4.4 - Parque eólico flutuante

Fonte: EDP Renováveis (2020).

A energia eólica, apresenta-se como uma tecnologia de elevado investimento inicial, quando comparada com as tecnologias convencionais de combustão fóssil. A instalação de uma turbina eólica standardizada de 2 MW na Europa custa em média 1,228 Milhões de €/ MW, (EWEA, 2018). Contudo são instalações de potência elevada, e em 2019 a Europa apostou forte nesta fonte de energia, instalou no total 3,6 GW de capacidade eólica *offshore*, ou seja 502 novas turbinas em 10 centrais.

5. SITUAÇÃO EM PORTUGAL

Portugal iniciou a sua atividade de investigação e desenvolvimento nesta área pelo Instituto Superior Técnico (IST) em 1978 (Relatório, WAVE ENERGY, 2004). Desde então teve participação em alguns grandes projetos europeus, tendo sido líder num deles. Portugal liderou o projeto de construção da central piloto de energia das ondas na ilha do Pico, e teve uma participação muito ativa em outros dois projetos, o *LIMPET* na ilha de *Islay* na Escócia e a *Archimedes Wave Swing* em Viana do Castelo (Relatório, WAVE ENERGY, 2004).

Portugal tem nos seus recursos marítimos uma grande oportunidade para se afirmar na Europa, como um dos países com maior produção de energia elétrica, provinda de fontes renováveis, na medida em que 97% do nosso território é marítimo, ultrapassando 40 vezes a dimensão terrestre. De um total de 3.800.000 km², 1.600.000 km² correspondem à Zona Económica Exclusiva que é a terceira maior da Europa e 2.150.000 km² à plataforma continental para lá das 200 milhas náuticas. Possui infraestruturas bem desenvolvidas perto de locais com elevado potencial, zonas portuárias, estaleiros navais e pontos de ligação à rede elétrica, bons conhecimentos científicos e tecnológicos como é o caso do Centro Energia das Ondas, com mais de 25 anos de investigação nesta área.

De acordo com a comunidade científica, a costa portuguesa tem potencial para a instalação de 5000 MW de potência em energia das ondas, atualmente a capacidade total instalada é de 25 MW. Refere-se ainda que a concretização e superação deste potencial poderia chegar a assegurar 20% do total de energia elétrica consumida no país (Relatório da OESR).

Quanto a projetos nacionais, a central pioneira a nível mundial na produção de eletricidade a partir da energia de ondas, de forma regular na Ilha do Pico, nos Açores, o projeto foi abandonado, devido aos elevados custos de manutenção e falta de financiamento. Na costa continental Portuguesa, existe uma concessão para a produção de energia das ondas numa zona piloto. A concessão desta Zona Piloto, foi atribuída à empresa *ENONDAS*, tem um prazo de 45 anos e inclui a autorização para a implantação das infraestruturas e ligação à rede elétrica pública. Esta Zona Piloto engloba uma área de cerca de 320 km² e está situada perto de S. Pedro de Moel, entre a Figueira da Foz e a Nazaré. O objetivo fundamental é tornar-se num espaço aberto, na costa atlântica, dedicado ao desenvolvimento de energias marinhas, com especial ênfase na energia das ondas.



Em Peniche, o projeto *Waverolller* explora o potencial da energia das ondas para a geração de eletricidade, através de um financiamento de 10 milhões de euros do Banco Europeu de Investimento, com o apoio do programa comunitário Horizonte 2020.

Uma outra forma de aproveitar a energia do Oceano prende-se com a energia eólica offshore, tal como demonstra o projeto *WindFloat Atlantic*, instalado a 20km de Viana do Castelo. Esta tecnologia inovadora consiste numa turbina eólica montada numa plataforma flutuante, o que permite utilizar a tecnologia em águas mais profundas.

O investimento nestas tecnologias poderá ajudar Portugal a ser mais ambicioso nas suas metas de energias renováveis, reforçando a ideia já defendida pelas organizações de defesa do ambiente de que é possível atingir 100% de eletricidade renovável já em 2030, e acelerar a transição energética dos combustíveis fósseis para a energia limpa, essencial para cumprir os objetivos assumidos no acordo de Paris.

6. SUSTENTABILIDADE DA PRODUÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS MARINHAS

O desenvolvimento sustentável é aquele que não esgota os recursos para o futuro. No entanto a maioria dos intervenientes que nela participam fazem-no de acordo com os seus interesses. O triângulo em que o domínio da sustentabilidade se enquadra é muito vago e quanto maiores forem os interesses de cada um desses intervenientes mais vaga é a sua aplicabilidade, ou seja, conseguir um equilíbrio entre a Economia, a Sociedade e a Ecologia é um exercício difícil de conseguir.

Não é de hoje que a fonte eólica elétrica é a que tem apresentado maior crescimento a nível mundial. Contudo, devido às restrições ambientais e aos impactos sociais, tem havido uma redução no potencial eólico onshore surgindo o mar como alternativa para a expansão da energia eólica.

As receitas de venda de eletricidade não são suficientes para compensar os custos de capital nos três tipos de infraestruturas de ERM (energia eólica offshore, nearshore e energia das ondas), e sem apoios públicos, o investidor privado não investe. Estas tecnologias ainda não atingiram um nível de maturidade suficiente, ao contrário do que tem sido observado, por exemplo, na indústria de energia eólica onshore.

A energia eólica offshore será viável a curto prazo, a capacidade das turbinas em alto mar aumentou consideravelmente durante a última década, a capacidade média dos parques eólicos offshore em construção na Europa chega a 561 MW, enquanto que em 2018 a capacidade média por aerogerador foi de 6,8 MW, 15% a mais do que em 2017, segundo o relatório de Energia Eólica offshore na Europa (WindEurope, tendências e estatísticas chave - 2018). O ganho não é só na capacidade de produção de energia, mas em particular, a contribuição dos benefícios associados à redução de emissões de poluentes locais, que é superior à da redução de emissões de dióxido de carbono. Nalguns casos, os benefícios decorrentes de reduzir a poluição atmosférica local são cinco vezes superiores aos benefícios de evitar emissões de dióxido de carbono.

A energia eólica nearshore não é viável dado que esta tecnologia (turbinas eólicas fixas no solo) deve ser instalada perto da costa, e considerando a elevada profundidade do oceano junto à costa portuguesa, os impactos paisagísticos poderão ser consideráveis. Além disso, quando comparada com a energia eólica offshore, a eólica nearshore tem outros impactos negativos que não foram considerados neste estudo. Assim, e embora a eólica nearshore pareça viável no cenário improvável de baixos impactos paisagísticos, podemos concluir



que, para Portugal, a tecnologia eólica nearshore não é viável de ponto de vista social, pelo que não deverá ser apoiada.

A energia das ondas é ainda demasiado cara, os custos de capital da energia das ondas são ainda demasiado elevados para tornar o investimento viável. A instalação desta tecnologia antes de 2050 só seria viável caso fossem alcançados avanços tecnológicos significativos no que diz respeito à eficiência (aumento do fator de capacidade), à robustez (dispositivos com vida útil mais longa) e à redução de custos (custos de capital inferiores ao esperado).



7. CONCLUSÕES

O tema do presente estudo “Estratégias de Economia Azul”, é pertinente pela sua atualidade, o Oceano é uma grande força económica, e oferece vastas oportunidades de emprego. A “nova” Economia Azul, a qual adiciona sustentabilidade à “velha” Economia do Mar, junta o mar e os seus atuais e futuros usos, às regiões, à indústria e às pessoas, alinhando interesses e conciliando expectativas, contribuindo para o desenvolvimento sustentável das comunidades. Promove o crescimento económico, a inclusão social e a preservação ou melhoria dos meios de subsistência, garantindo ao mesmo tempo a sustentabilidade ambiental do Oceano e das áreas costeiras.

O estudo foi realizado segundo uma metodologia assente numa estratégia qualitativa com recurso ao método indutivo. O desenho de pesquisa utilizado foi do tipo Grounded Theory, empregando uma abordagem ontológica essencialmente construtivista e assume uma posição epistemológica interpretativista, procurando desenvolver a teoria assente em dados sistematicamente recolhidos e analisados de forma rigorosa.

No capítulo 2 argumentamos que o desenvolvimento sustentável assenta no uso equilibrado dos recursos para garantir qualidade e bem-estar a longo prazo, a sua importância e reconhecimento das suas potencialidades e que são por excelência um tema essencial na vertente económica, social, política e ambiental. Apurou-se também que além da extração de hidrocarbonetos e da biomassa marinha, o mar dispõe igualmente de energia oceânica que se apresenta de várias formas. Tendo em conta a rápida globalização a que temos assistido nas últimas décadas, a atividade económica tem alterado significativamente as perspetivas da economia. No entanto, o livre acesso e a disponibilidade de recursos oceânicos exercem uma forte pressão sobre os sistemas marinhos que vão desde a pesca excessiva à extração de recursos e alteração das zonas costeiras, provocando diversos tipos de poluição. Um oceano saudável significa que é limpo, seguro e próspero. Na certeza que o oceano contribui significativamente para a economia, e que poderá contribuir ainda muito mais, deverá ser gerido de forma sustentável. Uma gestão alicerçada nos múltiplos benefícios que o oceano propicia, desde a produção de alimentos, desenvolvimento dos recursos energéticos e minerais, lazer e turismo, transporte de bens e pessoas e descoberta de novos medicamentos, não esquecendo em simultâneo a preservação da biodiversidade.

A resposta à QC é materializada no capítulo 4 aonde é feita a explanação e enumeração das energias renováveis marinhas, verificamos que estas baseiam-se num conjunto de tecnologias mais ou menos sofisticadas, que aproveitam a potência dos oceanos para

produzir energia. Existem energias propriamente extraídas do mar derivadas da força das ondas e marés, e existe a energia eólica marinha offshore, proveniente do vento que se faz sentir no mar. A principal desvantagem destes sistemas de produção de energia é o investimento inicial, que na maioria das tecnologias ainda está longe de ser competitivo e são uma das dificuldades à sua implementação no mercado, aliadas ao facto de os utilizadores terem uma visão a curto prazo da rentabilidade da mesma. Embora a energia eólica, apresente também uma tecnologia de elevado investimento inicial, a Europa e particularmente Portugal estão a investir forte nesta fonte de energia.

No capítulo 5 destinado à situação em Portugal, apurou-se que existe já uma longa história de atividade de investigação e desenvolvimento nesta área, tendo participado em alguns grandes projetos europeu. Existem vários projetos novos e em curso nesta área, aonde se destacam as oportunidades e desafios que este recurso coloca à disposição para que possamos ter a ousadia de fazer crescer Portugal e acreditar na sua prosperidade. Portugal é visto como exemplo nas energias verdes, nesta perspetiva a produção renovável vai continuar a crescer nomeadamente a energia eólica offshore. Temos de conseguir o aproveitamento do enorme potencial eólicos offshore, a otimização das sinergias e o “know-how” nacionais na criação de conhecimento de ponta na área do “deep-offshore” conseguiremos transformar as dificuldades em oportunidades com a internacionalização das competências nacionais no domínio das energias renováveis.

No sexto capítulo foi abordado o enquadramento em que o domínio da sustentabilidade se enquadra por forma a conseguir um equilíbrio entre a Economia, a Sociedade e a Ecologia é um exercício difícil de conseguir, a maioria dos intervenientes que nela participam fazem-no de acordo com os seus próprios interesses. As receitas de venda de eletricidade ainda não são suficientes para compensar os custos de capital nos três tipos de infraestruturas de ERM, e sem apoios públicos, o investidor privado não investe.

Contudo a energia eólica offshore será viável a curto prazo, a capacidade das turbinas em alto mar aumentou consideravelmente durante a última década. Os governantes têm que ter em consideração que o ganho não é só na capacidade de produção de energia, mas essencialmente na contribuição dos benefícios associados à redução de emissões de poluentes.

A energia das ondas é ainda demasiado cara, os custos de capital da energia das ondas são ainda demasiado elevados para tornar o investimento viável. A instalação desta



tecnologia a curto prazo só seria viável caso fossem alcançados avanços tecnológicos significativos no que diz respeito à eficiência, à robustez e à redução de custos.

Com este trabalho conclui-se que a energia eólica offshore será viável a curto prazo, os governantes têm é que ter em consideração que o ganho não é só na capacidade de produção de energia, mas essencialmente na contribuição dos benefícios associados à redução de emissões de poluentes. A energia das ondas é ainda demasiado cara, os custos de capital desta energia são ainda demasiado elevados para tornar o investimento viável.

Se por um lado se considerou que a revisão de literatura que esteve na base da realização deste trabalho foi uma limitação, por outro há a convicção da riqueza da informação encontrada e do seu valor e contributo para o conhecimento aprofundado do tema escolhido.

Há sobretudo a expectativa que o presente trabalho desperte o interesse público para o mar e para o seu potencial na certeza que a sua exploração sustentada contribui para o bem-estar da Humanidade.



Referências bibliográficas

- European Commission Crescimento azul, 2020, disponível em:
https://ec.europa.eu/maritimeaffairs/policy/blue_growth_pt#:~:text=A%20estrat%C3%A9gia%20%C2%AB%C2%BB%20tem,a%20inova%C3%A7%C3%A3o%20e%20o%20crescimento
- Diário de Notícias de 08 de abril de 2018 artigo “Soluções de emergência para travar erosão costeira são insuficientes”
- European Commission Conhecimento marinho 2020, disponível em:
https://ec.europa.eu/maritimeaffairs/policy/marine_knowledge_2020
- Santos, Lúcio Agostinho Barreiros dos; Lima, Joaquim Manuel Martins do Vale Manuel Martins do Vale, 2019. Orientações metodológicas para a elaboração de trabalhos de investigação (2.^a ed., revista e atualizada). Cadernos do IUM, 8. Pedrouços, Instituto Universitário Militar, Lisboa.
- Fundação Calouste Gulbenkian Iniciativa Gulbenkian Oceanos, disponível em:
<https://gulbenkian.pt/programas/gulbenkian-oceanos/>
- Relatório da Comissão Estratégica dos Oceanos - O Oceano: Um Desígnio Nacional para o século XXI, Presidência do Conselho de Ministros, Lisboa 2004.
- Energias renováveis marinhas em Portugal disponível em:
https://content.gulbenkian.pt/wp-content/uploads/2017/10/24162813/gulbenkianpolicybrief_energias_pt_web.pdf
- IBERDROLA - ENERGIA EÓLICA OFFSHORE disponível em:
<https://www.iberdrola.com/meio-ambiente/como-funcionam-os-parques-eolicos-offshore>
- EDP - EÓLICAS EM ALTO MAR disponível em: <https://www.edp.com/pt-pt/partilha-do-conhecimento/eolicas-em-alto-mar>
- NOCTULA - Projeto Windfloat Atlantic: O primeiro Parque Eólico Marítimo em Portugal, disponível em: <https://noctula.pt/projeto-windfloat-atlantic-primeiro-parque-eolico-maritimo-em-portugal/>
- “Energia das ondas introdução aos aspectos tecnológicos, económicos e ambientais” João m. b. p. cruz, António j. n. a. Sarmento Instituto do Ambiente, Alfragide 2004.
- IEA - International Energy Agency (2018), disponível em:
<https://www.iea.org/countries/portugal>



- WEF (2020) Global Risks 2020, disponível em:
<https://www.weforum.org/reports?year=2020>
- Barroso, José. (2009). Mensagem do Presidente da Comissão Europeia. In Ribeiro, Fernando Ramôa, (ed.). A Energia da Razão Por uma sociedade com menos CO₂, Gradiva. Lisboa. ISBN 978- 989-616-321-1.
- K Kaygusuz - Avaliações de Energia Renovável e Sustentável, 2012, disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032111005491>
- K Kaygusuz - Turkey's renewable energy sources and sustainability assessment
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042815052702>
https://www.researchgate.net/publication/271903511_Environmental_Impacts_of_the_Solar_Energy_Systems
- Pitta e Cunha: "Os oceanos andam a salvar-nos a pele" disponível em:
<https://24.sapo.pt/atualidade/artigos/tiago-pitta-e-cunha-os-oceanos-andam-a-salvar-nos-a-pele-ha-200-anos-mas-hoje-em-dia-comecam-a-ja-nao-conseguir-salvar-se-a-eles-proprios>
- Brundtland, Gro Harlem. 1987. Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. WCE and Development disponível em:
<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>
- Matias, Vieira. 2005. O Mar – um oceano de oportunidades para Portugal. Lisboa, Edições Culturais da Marinha
- Visbeck, Martin. Kronfeld-goharani, Ulrike. Neumann, Barbara. Rickels, Wilfried. Schmidt, Jörn. Doorn, Erik van. Matz-Lück, Nele. Proelss, Alexander. 2014. A Sustainable Development Goal for the Ocean and Coasts: Global ocean challenges benefit from regional initiatives supporting globally coordinated solutions. Marine Policy Journal, 49: 87-89
- Stojanovic, T.A. Farmer, C.J.Q. 2013. The development of world oceans & coast and concepts of sustainability. Marine Policy Journal, 42: 157-165
- European Commission (2017). Report on the Blue Growth Strategy Towards more sustainable growth and jobs in the blue economy. Comission Staff Working Document; disponível em:
https://ec.europa.eu/maritimeaffairs/sites/maritimeaffairs/files/swd-2017-128_en.pdf



Carvalho, Virgílio. 1995. A importância do mar para Portugal. Venda Nova, Bertrand Editora

World Wind Energy Association, World Wind Resource Assessment Report, disponível em: <https://windeurope.org/data-and-analysis/>

Phillips, O.M. (1977). The dynamics of the upper ocean (2nd ed.). Cambridge University Press

Potencial e Estratégia de desenvolvimento da energia das ondas em Portugal, Relatório elaborado pelo WAVE ENERGY CENTRE – CENTRO DE ENERGIA DAS ONDAS, 2004

